

# Tire monitoring system

**Publication number:** DE69718152T

**Publication date:** 2003-09-11

**Inventor:** FRANCOIS JEAN PIERRE (FR); REY NORMAN  
WALTER (FR); ALBERTSON ROBERT JEFFREY (FR)

**Applicant:** MICHELIN & CIE (FR)

**Classification:**

- **International:** **B60C23/06; B60T8/172; B60C23/06; B60T8/17;** (IPC1-7): B60C23/06

- **European:** B60C23/06C; B60T8/172C

**Application number:** DE19976018152T 19970623

**Priority number(s):** EP19970110222 19970623

**Also published as:**

 EP0887211 (A1)

 EP0887211 (B1)

 ES2190493T (T3)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE69718152T

Abstract of corresponding document: **EP0887211**

Tire monitoring system for a tire (10) on a vehicle comprising: a sensor device (50) operatively arranged with respect to the tire (10) to create an electrical pulse during the footprint pass corresponding to a deformation of the tire; means for calculating a ratio of the duration of said electrical pulse to the duration of one tire revolution; means for transmitting said ratio to an evaluating unit placed in the vehicle; characterized in that said sensor device (50) is placed within the tread area (12) of said tire in order that said electrical pulse presents a first maximum at the entrance and a second maximum at the leaving of said footprint pass.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(20) Übersetzung der  
europäischen Patentschrift  
(21) EP 0 887 211 B 1  
(10) DE 697 18 152 T 2

(51) Int. Cl. 7:  
B 60 C 23/06

- (23) Patentinhaber:  
Compagnie Générale des Etablissements  
Michelin-Michelin & Cie., Clermont-Ferrand, Cedex,  
FR
- (24) Vertreter:  
Beetz & Partner, 80538 München
- (25) Benannte Vertragstaaten:  
DE, ES, FR, GB, IT

- (22) Erfinder:  
François, Jean Pierre, 63540 Romagnat, FR; Rey,  
Norman Walter, 63540 Romagnat, FR; Albertson,  
Robert Jeffrey, 63040 Clermont Ferrand Cedex 1, FR

- (54) Reifen-Überwachungssystem

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 697 18 152 T 2

DE 697 18 152 T 2

26.02.03

EP 0 887 211

Die vorliegende Erfindung betrifft Luftreifen für Fahrzeuge und insbesondere ein System zum Überwachen von Reifen durch Überwachen ihres Einsinkens.

Die Vorteile ordnungsgemäßer Aufpumpdrücke in Reifen sind vielfältig. Mit ordnungsgemäßen Reifen-Aufpumpdrücken kann man die Laufflächenabnutzung, den Rollwiderstand, die Beständigkeit gegenüber Straßengefahren, die Lebensdauer des Mantels und die Traktion des Reifens sowie die Handhabung des Fahrzeugs optimieren. Für Pkw-Reifen ist es üblich, nur einen oder zwei Drücke zu benutzen, gleichgültig, wie die Benutzungsbedingungen des Fahrzeugs auch sein mögen. Für Lastwagenreifen ist dies nicht der Fall, für die sich der empfohlene Druck in Abhängigkeit von der Last auf den Reifen ändert. So kann die Überwachung des Reifendrucks nicht genug sein, um eine optimale Reifenleistung zu erreichen.

Die Überwachung des Luftdrucks eines Reifens durch Überwachung des Einsinkens bzw. der Verformung des Reifens ist offenbart in der EP 0 641 679. In dieser Patentanmeldung ist eine Vorrichtung dargestellt, mit:  
- einem Meßfühler, der betrieblich in Bezug zum Reifen angeordnet ist, um einen elektrischen Impuls während eines Abdruck-Durchlaufs abzugeben, der einer Verformung des Reifens entspricht; und

20.02.03

2

- einer Auswertungseinheit, die im Fahrzeug angeordnet ist, um das genannte Signal vom Fühler zu empfangen, mit einer Berechnungseinheit, die das Maß der Verformung als Funktion eines Verhältnisses einer Dauer des elektrischen Impulses zur Dauer einer Reifendrehung bestimmt;

wobei der genannte Meßfühler ein Biege- oder Dehnungs-Meßfühler ist, der in einer Reifen-Seitenwand angeordnet ist. Die Auswertungseinheit liefert mittels Tabellen eine Schätzung des Reifendruckes.

- In dieser Vorrichtung liefert der Meßfühler einen elektrischen Impuls pro Umdrehung des Reifens; die Form eines elektrischen Impulses ist eine Flanke, die anfangs bis zu einer maximalen Amplitude mit einer endlichen Steilheit ansteigt und dann wieder mit derselben Steigung abfällt, und die Dauer des elektrischen Impulses wird durch die Zeit bestimmt, innerhalb deren der Impuls eine Amplitude aufweist, die größer ist als ein Schwellenwert. So ist diese Bestimmung wegen aller Schwankungen der Signale nicht sehr genau. Weil große Verformungen in der Seitenwandzone stattfinden, ist dieser Fühler außerdem großen zyklischen Spannungen ausgesetzt und kann zu Ermüdungsausfällen neigen.

Das Dokument WO 98/56606 wurde nach dem Hinterlegungsdatum der vorliegenden Anmeldung hinterlegt, hat aber ein Prioritätsdatum vor dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung. Dieses Dokument offenbart eine Reifen-Überwachungsvorrichtung, die einen Meßfühler aufweist, der auf Beschleunigung anspricht und mit seiner elektronischen Ausstattung in die Lauffläche des Reifens oder in deren Nähe eingesetzt ist;

Koppelungsmittel, die an das Fahrzeug Angaben übertragen, die vom Meßfühler erhalten werden; und Stromzufuhrmittel.

Die vorliegende Erfindung verbessert die Genauigkeit der Bestimmung der Reifenverformung, um imstande zu sein, den Reifen mit einem ganz wirksamen Reifenparameter zu überwachen. Das obige Ziel wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Reifenüberwachungssystem erreicht, wie es hierin offenbart ist.

- Die vorliegende Erfindung betrifft ein Reifenüberwachungssystem für einen Reifen an einem Fahrzeug, mit
  - einer Meßfühlervorrichtung, die dem Reifen betrieblich zugeordnet ist, um einen elektrischen Impuls während eines Abdruck-Durchlaufes zu erzeugen, der einer Verformung des Reifens entspricht;
  - Mitteln zum Errechnen des Verhältnisses der Dauer des genannten elektrischen Impulses zur Dauer einer Reifenumdrehung; und
  - Mitteln zum Übertragen des genannten Verhältnisses an eine Berechnungseinheit, die im Fahrzeug angeordnet ist;
- das dadurch gekennzeichnet ist, daß die genannte Meßfühlervorrichtung innerhalb des Auflagebereiches des genannten Reifens angeordnet ist, damit der genannte elektrische Impuls ein erstes Maximum beim Betreten und ein zweites Maximum beim Verlassen des genannten Abdruck-Durchlaufes aufweist.

Die Lage der Meßfühlervorrichtung innerhalb des Auflagebereiches sorgt für eine genaue Bestimmung der ersten und zweiten Maxima beim Betreten und Verlassen des Abdruck-Durchlaufes. Dementsprechend ist das errechnete Verhältnis der Dauer  $t_1$  des elektrischen Impulses zur Dauer

$t_2$  einer Reifenumdrehung proportional zum Winkelwert der Sehne der Berührungsstrecke und steht in unmittelbarer Zuordnung zur relativen Reifenverformung:

$$f = (1 - \cos(\frac{\pi \times r_1}{t_2})) \times 100$$

Das erfindungsgemäße System zielt auf die Überwachung nicht des Reifendruckes, sondern der Reifenverformung ab, um eine optimale Leistung speziell für LKW-Reifen zu erhalten. Tatsächlich ist die Verformung ein Reifenparameter, der für die gute Reifenleistung kritischer ist als das Vorliegen eines bestimmten Aufpumpdruckes.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Reifen-Überwachungssystem für einen Reifen an einem Fahrzeug, mit:

- einer Meßfühlervorrichtung, die betrieblich dem Reifen zugeordnet ist, um einen elektrischen Impuls während des Abdruck-Durchlaufes zu erzeugen;
- Mitteln zum Übertragen des genannten, elektrischen Impulses an eine Berechnungseinheit, die im Fahrzeug angeordnet ist;
- wobei die genannte Berechnungseinheit Mittel zum Errechnen eines Verhältnisses der Dauer des genannten elektrischen Impulses zur Dauer einer Reifenumdrehung aufweist; das dadurch gekennzeichnet ist, daß die genannte Meßfühlervorrichtung innerhalb des Auflagebereiches des genannten Reifens angeordnet ist, damit der genannte elektrische Impuls ein erstes Maximum beim Einlauf in den und ein zweites Maximum beim Auslauf aus dem genannten Abdruck-Durchlauf aufweist.

Die Erfindung wird aus der Lektüre der folgenden Beschreibung und durch Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen noch näher verständlich, die einen Teil dieser bilden, worin ein Beispiel der Erfindung gezeigt ist und worin:

- Fig. 1a eine Seitenansicht eines Reifens ist, der die allgemeine Anordnung einer Meßfühlervorrichtung innerhalb eines Reifens neben einem Bezugspunkt an der Berührungsoberfläche des Reifens zeigt;
- Fig. 1b ein Schnitt durch den Reifen längs Linie A-A in Fig. 1 ist und den Fühler sowie die Anordnungen der Berechnungs- und Übertragungsmittel zeigt;
- Fig. 2 ein allgemeines Blockschaltbild des Überwachungssystems ist, das verwendet wird, um diese Erfindung auszuführen, ausgenommen Anspruch 4 für den Vertragsstaat ES, und
- Fig. 3 ein Diagramm eines typischen elektrischen Ausgangssignals von einem Beschleunigungsmesser-Fühler als Funktion von der Zeit ist, wenn der Meßfühler durch den Berührungslecken hindurchläuft.

Fig. 1a zeigt einen Reifen 10, der an einem Rad 18 angebracht ist und bei einer Drehgeschwindigkeit W in Berührung mit einer Bodenoberfläche steht. Dieser Reifen 10 hat eine äußere Lauffläche 12. Die Berührung zwischen dem Reifen und der Bodenfläche ist der Berührungsreich mit einer Berührungsfläche CL und einer Berührungsbreite TW (Fig. 1b). Der Reifen 10 hat einen Radius R außerhalb des Berührungsreiches und einen Radius RR in der Mitte der Berührungsstrecke, der seinem Rollradius entspricht. Die Reifenverformung F ist die Differenz zwischen R und RR. Diese Reifenverformung F kann errechnet werden durch:

$$F = R \times (1 - \cos(\alpha/2)),$$

wobei  $\alpha$  der Winkelwert der Sehne der Berührungslänge ist, und die relative Reifenverformung  $f$ , ausgedrückt in Prozent, ist:

$$f = F/R \times (1 - \cos(\alpha/2)) \times 100.$$

Die Reifenverformung und die relative Reifenverformung sind sehr empfindlich gegenüber der Reifenlast und dem Luftdruck. Eine gute Überwachung von  $F$  und/oder  $f$  ist wesentlich für eine optimale Reifenleistung, weil Reifen dazu konstruiert sind, in genauer Verformungsbereichen verwendet zu werden.

Wenn der Reifen 10 über die Bodenoberfläche 30 mit einer Drehgeschwindigkeit  $W$  abrollt, dann ist das Verhältnis der Zeitdauer  $t_1$ , die von einem Bezugspunkt 20 während des Abdruck-Durchlaufes verbraucht wird, zur Zeitdauer  $t_2$  einer Reifenumdrehung proportional zu  $\alpha$ . So gilt:

$$f = (1 - \cos(\frac{\pi \times t_1}{t_2})) \times 100.$$

Ein Reifenquerschnitt, der längs Linie A-A in Fig. 1a vorgenommen ist, ist in Fig. 1b dargestellt. Eine Meßfühlervorrichtung 50 ist nahe der radialen Ebene R-R des Reifens auf der innenseitigen Oberfläche 16 des Reifens 10 angeordnet. Die Meßfühlervorrichtung ist bevorzugt durch einen Gummifleck 52 auf der Innenoberfläche 16 des Reifens geschützt. Der Bezugspunkt 20 liegt der Meßfühlervorrichtung benachbart auf der Außenoberfläche 12 der Reifenlauffläche an der Radialebene.

Eine Meßföhrlervorrichtung 50, die verwendet wird, um für ein Signal zu sorgen, um die Reifen-Berührungslänge CL zu bewerten, kann einen von verschiedenen, unterschiedlichen Typen umfassen, die die folgenden umfassen, ist auf diese aber nicht beschränkt:

- 1) ein Extensometer (Dehnungsmeßföhler), dessen Ausgangssignal eine Messung der Krümmung oder Biegung der Innenoberfläche des Reifens an der Auflage ist; ein solches Extensometer kann ein piezoelektrisches Polymer sein, das aus einem Stück aus Polymer besteht, das auf eine solche Weise hergestellt ist, daß es ausgerichtete, dipolare Moleküle enthält, die ein elektrisches Ladungspotential verursachen, wenn das Polymer gedehnt wird; ein lichteinschränkendes, faseroptisches Kabel, das eine lichtemittierende Diode mit einer Photozelle verbindet und die Lichtmenge moduliert, die von der Photozelle empfangen wird, wenn das faseroptische Kabel senkrecht zu seiner Längsachse gebogen wird; ein variabler Kondensator aus aluminiumbeschichtetem Mylar, dessen Kapazität sich als Funktion der Spannung ändert; und ein Fühler mit einem variablen Induktionsglied, der aus einer induktiven Spule besteht, deren Induktivität sich ändert oder deren Koppelung zwischen zwei induktiven Spulen sich ändert, und zwar als Ergebnis der Spannung am Meßföhler. Die bevorzugte Ausführung der Extensometer-Führlervorrichtung besteht aus einem piezoelektrischen Polymer, das sich als Ergebnis der Biegung oder Krümmung dehnt, wenn es in den Kontaktflecken einläuft und ihn verläßt;
- 2) ein Akzelerometer (Beschleunigungsföhler); diese Meßföhrlervorrichtung mißt die Intensität der Beschleunigung, die die Lauffläche erfährt.

Fig. 2 stellt ein vereinfachtes Blockschaltbild des Reifenüberwachungssy-

stems dar. Wenn sich die Meßfühlvorrichtung 50 dehnt, erzeugt sie ein kontinuierliches elektrisches Signal, das auf Berechnungsmittel 62 übertragen wird, um das Verhältnis  $t_1/t_2$  zu berechnen und die relative Reifenverformung f zu bewerten. Diese Werte werden dann periodisch von Übertragungs- bzw. Sendemitteln 63 an eine Auswertungseinheit 70 übertragen, die im Fahrzeug angeordnet ist. Diese Auswertungseinheit zeigt dem Fahrzeugfahrer einen Alarm an, wenn zum Beispiel der Wert der Bewertung der relativen Reifenverformung außerhalb eines vorgegebenen Bereiches liegt.

In der in Fig. 1b vorgelegten Ausführung liegen eine Meßfühlvorrichtung 50 und die elektronische Baugruppe 60 beide innerhalb des Reifens. Die elektronische Baugruppe umfaßt die Berechnungs- und Sendemittel und kann gegenüber der Ermüdung empfindlicher sein als die Meßfühlvorrichtung. Diese Komponenten sind nahe dem Wulstbereich 14 des Reifens angeordnet. Dieser Wulstbereich sorgt für eine stabile Umgebung, um die zyklische Ermüdung dieser Komponenten, die gegenüber der Meßfühlvorrichtung abgesetzt sind, zu begrenzen. Ein Leitungsdraht 54 verbindet elektrisch die Meßfühlvorrichtung mit diesen kurzlebigen Komponenten. Andere Verbindungsmitte liegen auch innerhalb des Umfangs der Erfindung, inklusive drahtlose Verbindungen. Die Sendemittel können eine Antenne 61 für Hochfrequenzübertragungen aufweisen, die nahe dem Wulstbereich 14 angeordnet sind.

Es ist auch möglich, eine kompakte Meßfühlvorrichtung zu konstruieren, die alle elektronischen Komponenten aufweist, die zum Fühlen, Aufbereiten, Berechnen und Übertragen erforderlich sind. Die meisten dieser Komponenten können zum Beispiel in einem ASIC untergebracht sein.

Nach einer anderen Ausführung weist die Meßfühlervorrichtung Verarbeitungsmittel auf, die für die Zeitdauern  $t_1$  und  $t_2$  sorgen können und sie periodisch zur Auswertungseinheit übertragen. Diese Auswertungseinheit verarbeitet dann diese Zeitdauern, um die Werte von  $t_1/t_2$  und/oder von  $f$  zu liefern und einen Alarm anzuzeigen, wenn nötig.

Die Berechnungsmittel und/oder die Auswertungseinheit kann auch die Radgeschwindigkeit, die Anzahl von Reifenumdrehungen in einem vorgegebenen Überwachungszeitraum und/oder die Gesamtzahl der Reifenumdrehungen bestimmen. Diese Parameter tragen dazu bei, die Ermüdungslebensdauer des Reifens zu überwachen.

Diese Informationen können in der Fahrzeugkabine für den unmittelbaren Gebrauch durch den Fahrer angezeigt werden oder als eine Warnung im Fall von niederm Druck, hoher Last und Hochgeschwindigkeitssituationen, oder als Eingabe in ein zentrales Fahrzeug-Reifenaufpumpsystem (CTIS).

Ein Pkw BMW 735 mit 225-55 ZR 16-Reifen wurde mit einem Reifenüberwachungssystem nach der Erfindung ausgestattet. Fig. 3 ist ein Diagramm einer erläuternden elektronischen Signalkurve 100. Die von einer Akzelerometer-Meßvorrichtung bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h und einem Reifendruck von 1 bar erhalten wird. Es liegen hohe Beschleunigungen vor, die von der Meßvorrichtung gemessen werden, wenn der Bezugspunkt die Bodenfläche berührt. Wenn man als Bezug die Beschleunigungsmittel nimmt, die außerhalb des Berührungsreiches gemessen wird, erzeugen die Beschleunigungen einen elektrischen Impuls, der ein erstes Maximum 101, 101', 101" beim Einlauf in den Abdruck-

Durchlauf und ein zweites Maximum 102, 102', 102" beim Auslauf aus dem Abdruck-Durchlauf aufweist, wobei die relativen Werte dieser Maxima etwa 200 g betragen. Zwischen diesen beiden Maxima beträgt das aufgezeichnete, relative Ausgangssignal etwa - 200 g, entsprechend der Abflachung der Lauffläche im Berührungsreich. Tatsächlich könnte die absolute Beschleunigung während des Berührungsreiches als Bezug nahe bei Null angesehen werden.

Diese beiden Maxima sind der Zeitdauer des Abdruck-Durchlaufes und der Länge des Berührungsreiches unmittelbar zugeordnet und sind leicht zu identifizieren. Dementsprechend ist es einfach, die Zeitdauer  $t_1$  des elektrischen Impulses im Berührungsreich und die Zeitdauer  $t_2$  einer Reifenumdrehung zu messen und daraus eine gute dynamische Bestimmung der relativen Verformung  $f$  abzuleiten.

Eine Kurve mit einem Extensometer der obigen Typen würde sehr ähnlich sein.

EP 0 887 211

### Patentansprüche

1. Reifenüberwachungssystem für einen Reifen (10) an einem Fahrzeug, mit:

- einer Meßfühlervorrichtung (50), die innerhalb des Abdruckbereiches (16) des genannten Reifens (10) angeordnet ist, um einen elektrischen Impuls während des Abdruck-Durchlaufes entsprechend einer Verformung des Reifens zu erzeugen, wobei der genannte elektrische Impuls ein erstes Maximum am Einlauf in den und ein zweites Maximum beim Auslauf aus dem genannten Abdruck-Đurchlauf aufweist;
- einer elektronischen Baugruppe (60), die innerhalb des Wulstbereiches (14) des Reifens angeordnet ist, mit Mitteln (62) zum Errechnen eines Verhältnisses der Dauer des genannten elektrischen Impulses zur Dauer einer Reifenumdrehung sowie Mitteln (63) zum Übertragen des genannten Verhältnisses an eine Berechnungseinheit (70), die im Fahrzeug angeordnet ist; und
- Mitteln (54) zum Anschließen der Meßfühlervorrichtung (50) an die elektronische Baugruppe (60).

2. Reifenüberwachungssystem nach Anspruch 1, worin die genannten Mittel zum Anschließen der Meßfühlervorrichtung (50) an die elektronische Baugruppe (60) ein Leitungsdrat (54) sind.

3. Reifenüberwachungssystem nach Anspruch 1 oder 2, worin die genannten Übertragungsmittel (63) eine Antenne (61) für Hochfrequenz-übertragungen aufweisen.

28.02.03

12

4. Reifenüberwachungssystem nach Anspruch 1 bis 3, worin die genannte Meßfühlervorrichtung (50) Verarbeitungsmittel aufweist, um die Dauer des elektrischen Impulses und die Dauer einer Reifenumdrehung zu liefern.
5. Reifenüberwachungssystem nach Anspruch 1 bis 4, worin das genannte System einen Alarm anzeigt, wenn das genannte Verhältnis der Dauer des genannten elektrischen Impulses zur Dauer einer Reifenumdrehung einer vorgegebenen Zuordnung entspricht.
6. Reifenüberwachungssystem nach Anspruch 1 bis 5, worin die genannte Meßfühlervorrichtung (50) ein Dehnungsmeßfühler bzw. Extensometer ist.
7. Reifenüberwachungssystem nach Anspruch 1 bis 5, worin die genannte Meßfühlervorrichtung (50) ein Beschleunigungsmeßfühler bzw. Akzelerometer ist.

20.02.03  
13

EP 0 887 211

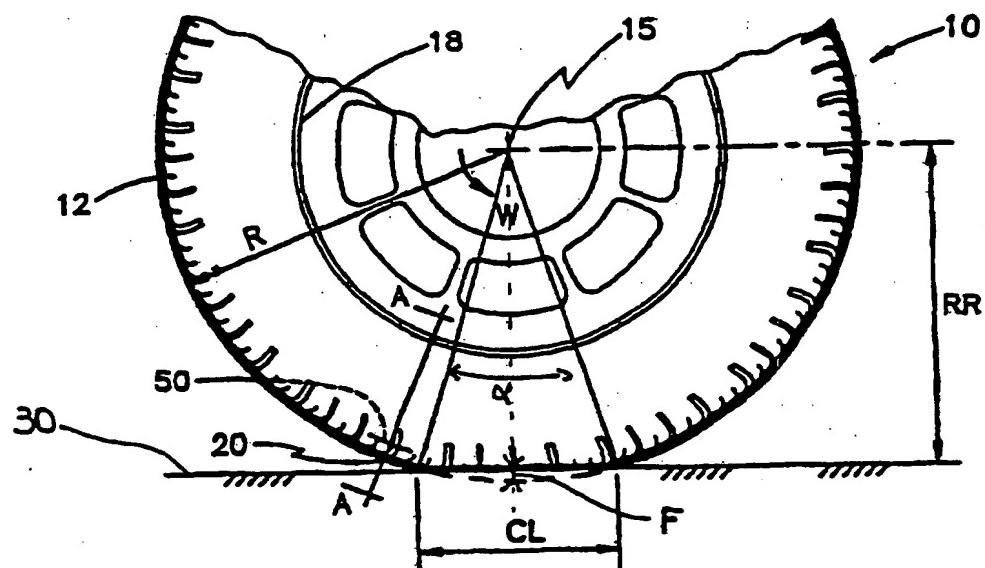


Fig. 1a

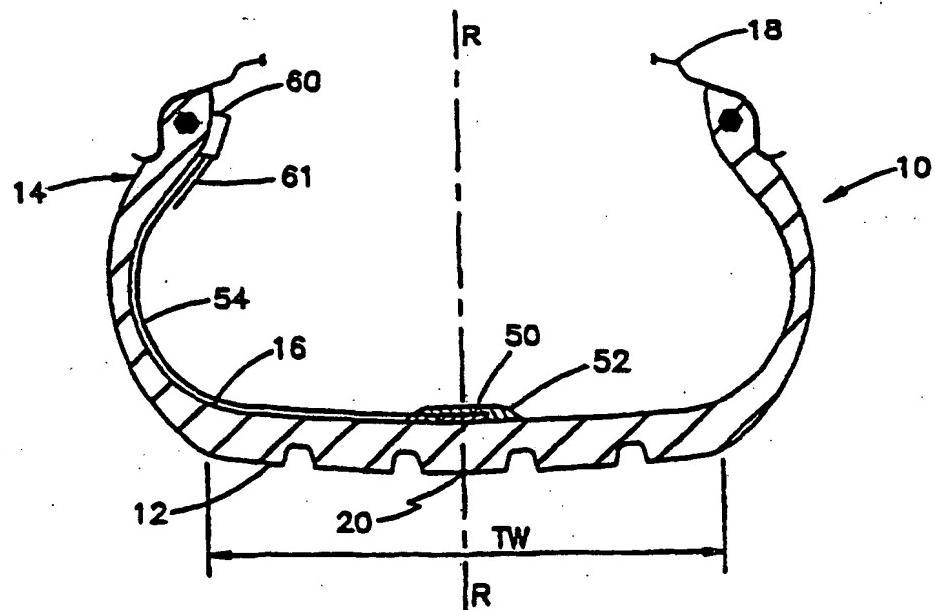


Fig. 1b

28.02.00

14

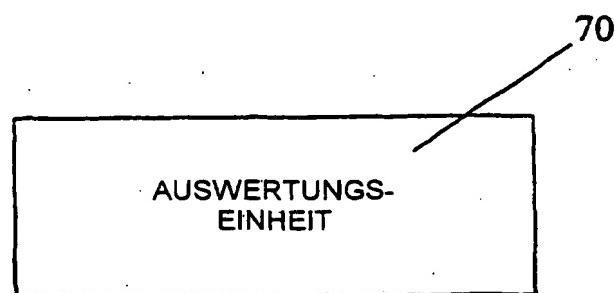
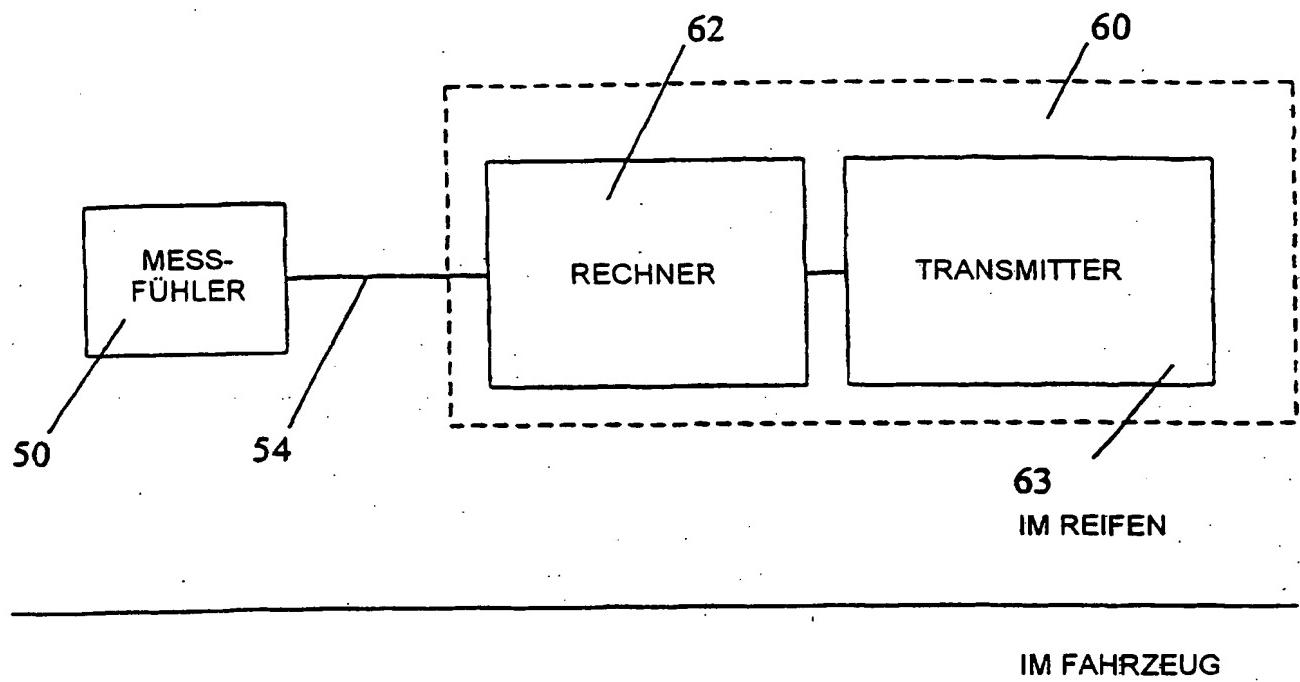


Fig. 2

29.02.00

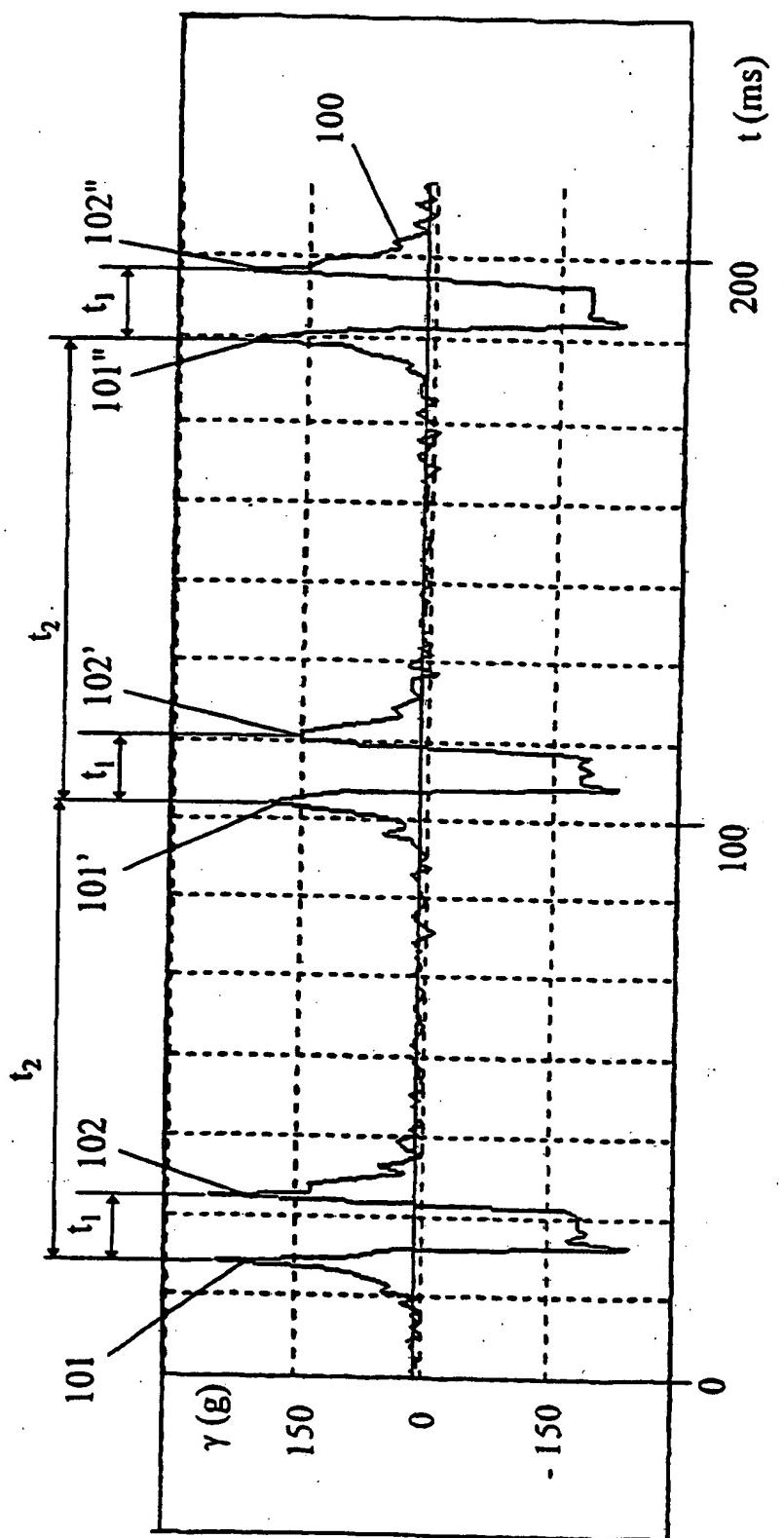


Fig. 3